



## EFFECTO AGUDO DE LA VARIACIÓN DE CARGAS SOBRE LA VELOCIDAD MEDIA PROPULSIVA EN PRESS DE BANCA Y SENTADILLA

*Acute effect of loads variation on mean propulsive velocity in bench press and squat*

Gómez-Carmona, C., Bastida-Castillo, A., Pino-Ortega, J.

Recibido: 21/11/2016

Aceptado: 16/09/2017

Grupo de Investigación BioVetMed & SportSci. Facultad de Ciencias del Deporte.  
Universidad de Murcia

Correspondencia:

Alejandro Bastida Castillo

Mail: alejandrobastidacastillo@gmail.com

### Resumen

**Justificación.** Actualmente, existe un creciente interés en la investigación en el uso del fenómeno de potenciación post-activación (PAP) para la mejora del rendimiento deportivo. Por tanto, el objetivo de este trabajo es comprobar el efecto de diferentes variaciones de cargas sobre la velocidad media propulsiva (VMP) en la ejecución de los ejercicios de press banca (con y sin parada) y media sentadilla.

**Método.** 12 sujetos varones (edad:  $22,5 \pm 0,98$  años; altura:  $175,67 \pm 4,27$  cm y peso:  $65,73 \pm 4,68$  kg) participaron voluntariamente en el estudio. Se realizaron cuatro estímulos previamente diseñados compuestos de tres bloques de tres series con cuatro repeticiones cada una (Serie 1: 4 repeticiones 50% 1RM – Serie 2: 4 repeticiones con un %1RM diferente según estímulo – Serie 3: 4 repeticiones 50% 1RM) para los ejercicios press banca (con y sin parada) y media sentadilla.

**Resultados.** En el estímulo 2 (50-70-50% 1RM) se obtuvieron diferencias significativas entre la serie 1 y 3 ( $p < 0.005$ ;  $D = 4.00$ ) y ( $p < 0.005$ ;  $D = 1.70$ ) para el ejercicio de press de banca con parada y sin parada, respectivamente. Sin embargo, para el ejercicio de sentadilla el estímulo 3 (50-80-50% 1RM) y estímulo 4 (50-90-50% 1RM) obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) siendo mayor la diferencia en el estímulo 3 ( $D = 4.47$ ) frente al estímulo 4 ( $D = 4.00$ ).

**Conclusiones.** Cargas moderadas (~70% 1RM) parecen ser óptimas para el incremento de la VMP en el ejercicio de press de banca. Sin embargo, cargas máximas (>80% 1RM) parecen ser óptimas para el incremento de la VMP en el ejercicio de sentadilla. Además, la ejecución sin parada provoca mayor VMP aunque la ejecución con parada obtuvo una mayor influencia sobre el fenómeno PAP.

**Palabras clave:** Entrenamiento de fuerza; velocidad media propulsiva; potenciación post-activación; sentadilla; press banca.

### Abstract

**Justificación.** Currently, there is an increasing research interest into the use of the post-activation potentiation (PAP) phenomenon to improve sports performance. Therefore, the objective of this study is to verify the effect of different variations of loads on the mean propulsive velocity (MPV) in bench press (with and without stop) and half squat.

**Methods.** 12 male subjects (age:  $22.5 \pm 0.98$  years; height:  $175.67 \pm 4.27$  cm y weight:  $65.73 \pm 4.68$  kg) participated voluntarily in the study. Four stimulus previously designed which have three blocks of three sets with four repetitions were performed (Serie 1: 4 reps 50% 1RM - Serie 2: 4 reps with a different %1RM according to stimulus - Serie 3: 4 reps 50% 1RM) for bench press (with and without stop) and half squat exercises.

**Results.** In stimulus 2 (50-70-50% 1RM) significant differences were obtained between the series 1 and 3 ( $p < 0.005$ ;  $D = 4.00$ ) and ( $p < 0.005$ ;  $D = 1.70$ ) for bench press with and without stop respectively. However, for squat, stimulus 3 (50-80-50% 1RM) and stimulus 4 (50-90-50% 1RM) showed significant differences ( $p < 0.001$ ) with stimulus 3 difference being greater ( $D = 4.47$ ) than stimulus 4 ( $D = 4.00$ ).

**Conclusions.** Moderate loads (~70% 1RM) appear to be optimal for the increase in VMP in the bench press exercise. However, maximal loads (>80% 1RM) appear to be optimal for the increase in VMP in half squat exercise. In addition, non-stop execution results higher VMP. Although, stop execution has a greater influence on the PAP phenomenon.

**Keywords:** Resistance training; mean propulsive velocity; post-activation potentiation; back squat; bench press.

## Introducción

**D**urante los últimos años, cada vez se le ha dado mayor importancia al entrenamiento de la fuerza, hasta el punto de llegar a ser considerada como una cualidad principal y determinante para la práctica de cualquier modalidad deportiva (Hernández-Rodríguez, Manso, Pérez, & Fajardo, 2002). Es importante también explorar métodos que estén orientados a conseguir la mejora de la fuerza y la potencia. Para ello, aunque no deberían descartarse métodos tradicionales, nuevos métodos están teniendo éxito y están siendo probados durante la investigación actualmente, como la potenciación post-activación (PAP) que se define como un aumento en el rendimiento muscular después de un estímulo de contracción neuromuscular (Xenofondos et al., 2010)

En este sentido, este nuevo e innovador método de entrenamiento para la mejora del rendimiento muscular está recibiendo un gran interés de investigación (Baudry, Klass, & Duchateau, 2008; McBride, Nimphius, & Erickson, 2005). Este consiste en la producción de un estímulo, de nivel suficiente (umbral de entrenamiento), en la actividad contráctil del deportista durante el entrenamiento de fuerza para que se produzca un incremento del rendimiento del posterior movimiento (Baudry et al., 2008; Kawamori & Haff, 2004). Este incremento se hipotetiza que puede ser debido a que en contracciones máximas o submáximas causa una potenciación en la contracción a través de la fosforilación de los puentes de actina y miosina (Hodgson, Docherty, & Robbins, 2005; Xenofondos et al., 2010).

Este método de entrenamiento está siendo ampliamente estudiado para comprobar su efecto sobre movimientos balísticos, saltos, y gestos deportivos de alta intensidad (Arabatzi et al., 2014; González, Delgado, Vaquero, & Contreras, 2010; Iglesias-Soler, Paredes, Carballeira, Marquez, & Fernandez-Del-Olmo, 2011; McBride et al., 2005). Pero, en contextos de laboratorio durante un entrenamiento de fuerza, parece que no se han comprobado sus efectos.

Un reciente meta-análisis indica que el nivel de potenciación resultante de la PAP depende del nivel de fuerza individual y la experiencia en entrenamiento de fuerza, el tipo de actividad, el número de series, y el tipo de carga utilizado (Seitz & Haff, 2016). Aunque este fenómeno ha recibido una alta intensidad de estudio por los investigadores, consideramos que algunos factores como la carga utilizada aún no están totalmente definidos en todos los contextos. Así, la mayoría de los estudios prueban este efecto sobre ejercicios dinámicos como saltos, lanzamientos o el sprint (Gouvea, Fernandes, Cesar, Barbosa Silva, & Chagas Gomes, 2013; Naclerio, Faigenbaum, Larumbe, Friedman, & Ratamess, 2012; Rahimi, 2007; Tillin & Bishop, 2009; Wilson et al., 2012). Y, aunque varios investigadores han probado su efecto en sentadilla y press de banca (Baker, 2003; Weber, Brown, Coburn, & Zinder, 2008; Young, Jenner, & Griffiths, 1998) no han comprobado su efecto sobre todos los estímulos que en este estudio se proponen.

Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto de diferentes cargas (50-70-80-90 %1RM) en el fenómeno PAP sobre la VMP en la ejecución de press banca, con y sin parada, y media sentadilla. Y así comprobar, cuál de los estímulos que se proponen sería el óptimo para el incremento agudo de la VMP.

## Método

### Participantes

Doce deportistas varones estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (edad:  $22,5 \pm 0,98$  años; altura:  $175,67 \pm 4,27$  cm y peso:  $65,73 \pm 4,68$  kg) participaron voluntariamente en el estudio. Estos cumplían el requisito de tener una ratio de una repetición máxima (1RM) en relación al peso superior a 1,2 y al menos 2 años de experiencia en entrenamiento de fuerza en los ejercicios analizados. Los sujetos se mantuvieron las 48 horas previas a la intervención sin consumir alcohol, cafeína y sin realizar actividad física de alta intensidad (Badillo & Ayestarán, 2002; Pallarés et al., 2013). Los sujetos fueron informados de la naturaleza del estudio y se les pasó un consentimiento informado.

### Material

Para la realización de esta investigación se utilizó una máquina multipower (barra guiada por railes) (Technogym, Cesena, Italia), discos de diferentes pesos desde los 1,25 kilos a los 25 kilos (Salter, Barcelona, España). La monitorización de la VMP fue realizada mediante un dispositivo inercial WIMU PRO™ (RealTrack System, Almería, España). Este dispositivo inercial está compuesto por tres acelerómetros triaxiales con un fondo de escala de  $\pm 2g$ ,  $\pm 16g$  y  $\pm 100g$ , respectivamente, además de contar con otros sensores integrados como giróscopo 3D, magnetómetro, GNSS, UWB, entre otros. La frecuencia de muestreo utilizada en la recogida de datos fue de 1000 Hz. El dispositivo inercial WIMU PRO™ es válido y fiable para la medición de la VMP demostrado en una investigación publicada recientemente utilizando como patrón de oro el transductor lineal de velocidad T-Force (Ergotech, Murcia Spain) (J. M. Muyor, Granero-Gil, & Pino-Ortega, 2017). Todos los datos extraídos del dispositivo inercial fueron analizados en tiempo real mediante tecnología Wifi en el software S PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España).

### Procedimiento

El estudio se llevó a cabo durante 3 semanas. En la primera semana se realizó la valoración del 1RM, mientras que en las 2 semanas restantes se realizaron los estímulos propuestos con 72 horas de recuperación entre ellos. Para cada uno de los estímulos se realizaron tres bloques de 3 series con 4 repeticiones cada una (tabla 1). El tiempo de recuperación entre bloques fue de 5 minutos y entre series fue de 20 segundos. En cada uno de los estímulos las series 1 y 3 de cada bloque se ejecutaron con un 50% del 1RM. Para comprobar el efecto del fenómeno PAP sobre la VMP (diferencia entre 1 vs 3), en la serie intermedia (serie 2) se varió su carga (50-90%1RM) en función del estímulo.

**Tabla 1.** Distribución temporal de los diferentes test y estímulos realizados en los deportistas.

Sesión	Duración	Objetivo
Sesión 1	1 hora	Valoración del 1RM de los deportistas.
Sesión 2	1 hora	Realización del estímulo 1 (Press Banca y Sentadilla) 3 bloques x (Serie 1: 50%RM, Serie 2: 50%RM, Serie 3: 50%RM).
Sesión 3	1 hora	Realización del estímulo 2 (Press Banca y Sentadilla) 3 bloques x (Serie 1: 50%RM, Serie 2: 70%RM, Serie 3: 50%RM).
Sesión 4	1 hora	Realización del estímulo 3 (Press Banca y Sentadilla) 3 bloques x (Serie 1: 50%RM, Serie 2: 80%RM, Serie 3: 50%RM).
Sesión 5	1 hora	Realización del estímulo 4 (Press Banca y Sentadilla) 3 bloques x (Serie 1: 50%RM, Serie 2: 90%RM, Serie 3: 50%RM).

A nivel de estructuración de cada una de las sesiones, la realización de las mismas cumplió la distribución descrita en la tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución temporal de las diferentes sesiones donde se realizaron cada uno de los estímulos.

Ejercicio	Duración	Objetivo
Ejercicio 1	15 minutos	Calentamiento de los grupos musculares a trabajar realizando los ejercicios propuestos.
Ejercicio 2	20 minutos	Ejecución del estímulo en el ejercicio de press banca con parada.
Ejercicio 3	15 minutos	Intervalo de recuperación para la realización del siguiente ejercicio.
Ejercicio 4	20 minutos	Ejecución del estímulo en el ejercicio de media sentadilla.
Ejercicio 5	15 minutos	Intervalo de recuperación para la realización del siguiente ejercicio.
Ejercicio 6	20 minutos	Ejecución del estímulo en el ejercicio de press banca sin parada
Ejercicio 7	10 minutos	Recuperación activa en tapiz rodante a una intensidad inferior al 65% FCmax

#### *Ejecución y Valoración del 1RM*

Para el ejercicio de press banca los participantes se situaron sobre un banco plano, con los pies apoyados en el suelo y manos colocadas en la barra unos 2-3 cm más ancho que el ancho de los hombros. La posición del banco se ajustó cuidadosamente para que la proyección vertical de la barra correspondiera con la línea intermamaria de los participantes. La posición individual en el banco, así como los anchos de agarre se midieron y marcaron para que pudieran ser reproducidos en cada ejecución. Se realizaron dos tipos de ejecuciones: ejecución sin parada y ejecución con parada (1,5 segundos de parada), y en ambos casos no se permitió levantar los hombros ni el tronco del banco. Los soportes de la barra se colocaron a 1cm por encima del pecho en cada participante. La fase excéntrica se realizó de manera controlada (entre 0,3 – 0,5 m\*s<sup>-1</sup>) y la fase concéntrica se ejecutó a máxima velocidad.

Para el ejercicio de sentadilla se realizó hasta 90° de flexión sin rebote (1,5 segundos de parada). El ejercicio de sentadilla se realizó atendiendo a las siguientes especificaciones (López-Miñarro, 2009): (i) colocar el cuerpo debajo de la máquina Smith; (ii) agarrar la barra en posición prono, con una separación ligeramente mayor (2-3cm) que la anchura de los hombros (posición cómoda); (iii) la barra descansa sobre el trapecio y los pies se separan a la anchura de los hombros (sin rotación); y, (iv) se mantiene la espalda en su curvatura normal durante todo el movimiento a la vez que la mirada al frente. Durante la ejecución: (v) flexión a velocidad controlada hasta alcanzar un ángulo de 90°, verificando la angulación correcta a través del dispositivo inercial WIMU PRO™ (Muyor, 2017); (vi) parada completa en la posición de 90° entre 1-2 segundos; y, (vii) extensión a máxima velocidad hasta la posición inicial. Los sujetos se familiarizaron con el procedimiento y con los instrumentos de medida previamente a la medición.

El calentamiento para ambos ejercicios consistió en 5 minutos de ejercicios de movilización articular, seguido de 2 series de 8 y 6 repeticiones con cargas de 20 y 30kg respectivamente (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010).

Posteriormente, se realizó la estimación del 1RM donde la carga inicial para la ejecución de ambos ejercicios fue de 20kg para todos los participantes y se incrementó 10kg gradualmente. En cada una de las cargas se realizaron tres repeticiones para cargas ligeras ( $VMP > 0,95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), dos repeticiones para cargas medias ( $0,95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > VMP < 0,55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) y una repetición para las cargas más pesadas ( $VMP < 0,55 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ). La prueba finalizó para cada participante cuando la VMP de la fase concéntrica fue inferior a  $0,38 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  en el ejercicio de press banca y a  $0,59 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  en el ejercicio de sentadillas, lo que corresponde a ~85% 1RM en ambos ejercicios. A partir de este incremento progresivo de las cargas se estimó el 1RM de los participantes a partir de las siguientes ecuaciones: (i) Press de banca:  $(100 \cdot \text{carga}) / (8.4326 \cdot VMP^2) - (73.501 \cdot VMP) + 112.33$  (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010) y (ii) Sentadilla:  $(100 \cdot \text{carga}) / (-2.185 \times VMP^2) - (61.53 \times VMP) + 122.5$  (Franco-Márquez et al., 2015).

### **Análisis estadístico**

La distribución de normalidad de los datos fue realizada mediante la prueba Shapiro-Wilk. Como las variables presentaban una distribución normal se utilizó la prueba paramétrica T-student para comprobar las diferencias entre las series 1 vs 3 en los diferentes estímulos analizados. Para calcular la magnitud de las diferencias en las variables analizadas se calculó el tamaño del efecto mediante la *d* de Cohen. Éste fue clasificado como efecto bajo (0-0.2), efecto pequeño (0.2-0.6), efecto moderado (0.6-1.2), efecto grande (1.2-2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Se utilizaron los estadísticos media y desviación estándar para describir los datos obtenidos. Los datos fueron tratados para el análisis estadístico mediante el software SPSS v.24 (IBM corporation, Somers, EEUU). El nivel de significación se estableció con el valor de  $p < 0.05$ .

## **Resultados**

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación de los diferentes estímulos para analizar la variación de cargas sobre el fenómeno PAP en los ejercicios de press banca con parada (PBCP), press banca sin parada (PBSP) y Sentadilla.

Los resultados confirmaron el efecto positivo del fenómeno PAP cuando se utilizó el estímulo 2 (PAP 70%1RM) en el ejercicio de press banca con y sin parada (PBCP:  $p < 0.005$ ;  $D = 4.00$  y PBSP:  $p < 0.005$ ;  $D = 1.70$ ). En la ejecución de la sentadilla, los estímulos 3 (PAP 80%1RM) y 4 (PAP 90%1RM) reportaron diferencias significativas ( $p < .001$ ), siendo mayores los efectos con la aplicación del estímulo 3 (PAP 80%1RM:  $D = 4.47$  y PAP 90%1RM:  $D = 4.00$ ). No se reportaron diferencias significativas con cargas superiores al 70%1RM en press banca con y sin parada y con cargas inferiores al 80%1RM en el ejercicio de sentadilla. El estímulo control (PAP 50%1RM) fue el único estímulo que no produjo mejora, sino que empeoró la VMP en la serie final.

**Tabla 1.** Descripción de los datos mediante media y desviación estándar y Diferencia de medias y D de cohen entre series 1 y 3 en todos los estímulos analizados.

Ejercicio	Estímulo	Serie 1		Serie 2		Serie 3		Valor p (1-3)	D cohen
PBCP	PAP 50%1RM	0,95 ±	0,02	0,95 ±	0,02	0,94 ±	0,02	0.766	-1,00
	PAP 70%1RM*	0,93 ±	0,02	0,62 ±	0,08	0,97 ±	0,02	0.007	4,00
	PAP 80%1RM	0,94 ±	0,04	0,39 ±	0,18	0,97 ±	0,04	1.000	1,50
	PAP 90%1RM	0,94 ±	0,02	0,28 ±	0,1	0,95 ±	0,04	1.000	0,63
PBSP	PAP 50%1RM	1,03 ±	0,12	1,01 ±	0,06	1,02 ±	0,08	1.000	-0,20
	PAP 70%1RM*	0,99 ±	0,06	0,69 ±	0,1	1,05 ±	0,08	0.045	1,70
	PAP 80%1RM	1,02 ±	0,08	0,52 ±	0,08	1,05 ±	0,06	0.324	0,85
	PAP 90%1RM	1,02 ±	0,08	0,31 ±	0,1	1,02 ±	0,04	1.000	0,00
Sentadilla	PAP 50%1RM	0,83 ±	0,08	0,79 ±	0,06	0,88 ±	0,06	0.083	1,41
	PAP 70%1RM	0,89 ±	0,06	0,75 ±	0,1	0,93 ±	0,04	0.097	1,57
	PAP 80%1RM*	0,89 ±	0,02	0,7 ±	0,06	0,99 ±	0,06	0.000	4,47
	PAP 90%1RM*	0,92 ±	0,04	0,56 ±	0,06	1 ±	0,04	0.000	4,00

\*. El nivel de significación se estableció en  $p < 0.05$ ; PBCP: Press de Banca con Parada; PBSP: Press de Banca sin Parada; PAP: Potenciación post-activación.

En cuanto a la comparación de la ejecución del ejercicio con press banca en la variable VMP entre la realización con y sin parada, y sin parada existieron diferencias significativas a favor de la ejecución sin parada ( $p < 0.05$ ) en todos los estímulos.

## Discusión

El objetivo de este experimento fue comprobar el estímulo óptimo para el posterior incremento agudo de la VMP durante el entrenamiento de fuerza orientado a la potencia muscular y la comparación entre la ejecución de un estímulo con parada o sin parada antes de la fase concéntrica. Para ello este estudio comprobó la combinación de diferentes estímulos para mejorar la VMP en la ejecución de press banca plano, con y sin parada, y media sentadilla. Estos ejercicios se realizaron por corresponder a ejercicios genéricos del entrenamiento físico-deportivo y ser ampliamente utilizados en programas de entrenamiento de fuerza.

Los resultados del estudio muestran que el estímulo 2 (70% 1RM) provocó diferencias significativas en la VMP resultante de la tercera serie en el ejercicio de press de banca, no influyendo si se realizó con parada ( $D=4.00$ ) o sin parada ( $D=1.70$ ). Estos resultados se encuentran en consonancia con las cargas óptimas (60-84% 1RM) que han reportado diferentes estudios (Baker, 2003; Wilson et al., 2012). Sin embargo, en el ejercicio de sentadilla fueron los estímulos 3 y 4 (80% y 90% 1RM) los que reportaron el efecto de mejorar la VMP de la última serie. Estos resultados también coinciden con los de diferentes estudios (Gouvea et al., 2013; Naclerio et al., 2012; Rahimi, 2007; Seitz & Haff, 2016; Tillin & Bishop, 2009; Weber et al., 2008) en los que reportaron mayores incrementos en la potencia de salida cuando utilizaron cargas pesadas de contraste ( $>85\%$  1RM). En este sentido, parece ser que estímulos submáximos cercanos al 70% del 1RM

van a provocar la activación muscular óptima para mejorar el rendimiento de potencia muscular en la posterior ejecución durante el ejercicio de press de banca. Sin embargo, durante la sentadilla, parece requerirse un estímulo cercano al máximo para provocar este efecto, siendo a partir del 80% del 1RM cuando se comienzan a reportar diferencias significativas, y siendo mayor el efecto al 80% ( $D=4.47$ ) que al 90% ( $D=4.00$ ) del 1RM en estos resultados. Estos aumentos se pueden explicar mediante la teoría de que las contracciones máximas o submáximas causan un aumento de la fosforilación de los reguladores de la miosina, que unido al incremento de la sensibilidad de las interacciones con el Ca provocan un aumento de la disponibilidad de ATP, resultando en un mayor número de los puentes cruzados de actina-miosina. (Hodgson, Docherty, & Robbins, 2005).

Finalmente, en cuanto a la comparación entre la ejecución con y sin parada, la ejecución con parada obtuvo un mayor efecto PAP ( $D=4.00$  vs  $1.70$ ), la VMP alcanzada en todas las series fue mayor en las ejecuciones sin parada con respecto a las con parada. Esto podría explicarse debido a que la ejecución con parada requiere un mayor reclutamiento de fibras musculares para movilizar la misma carga frente a la acción del reflejo elástico muscular (REM) de la ejecución sin parada (Cavagna, 1977). Además la ejecución con parada contribuye un 5% más a la fase concéntrica del movimiento (Pallarés, Sánchez-Medina, Pérez, De La Cruz-Sánchez, & Mora-Rodríguez 2014). La acción de este mecanismo fisiológico (REM) provoca, en relación a los resultados obtenidos, una mayor VMP en la ejecución de las repeticiones de todos los estímulos frente a las ejecuciones con parada. Estos resultados están en relación con los obtenidos por Pallarés, Sánchez-Medina, Pérez, De La Cruz-Sánchez, & Mora-Rodríguez (2014). En este estudio reportan que existe una mayor VMP y una mayor potencia media propulsiva (PMP) en las ejecuciones sin parada con respecto a las ejecuciones con parada. Además, también encuentran que estas son mucho más variables (existe más dispersión con respecto a las VMP alcanzadas) debido a las variaciones biológicas entre los individuos.

## Conclusiones

Las conclusiones más relevantes en cuanto a la comprobación de la influencia de la carga y el tipo de ejecución sobre el fenómeno PAP son:

- Cargas moderadas (~70% 1RM) parecen ser óptimas para el incremento de la VMP en el ejercicio de press de banca.
- Cargas máximas (>80% 1RM) parecen ser óptimas para el incremento de la VMP en el ejercicio de sentadilla.
- La ejecución sin parada provoca mayor VMP, aunque la ejecución con parada obtuvo una mayor influencia sobre el fenómeno PAP.



## Aplicaciones prácticas

En contextos de entrenamiento de fuerza, el uso de ejercicios bajo el fenómeno PAP pueden ser útiles en el incremento de la fuerza máxima y fuerza-potencia. Entrenadores y preparadores físicos podrían encontrar útil utilizar ejecuciones con parada para maximizar este efecto PAP durante este periodo, frente a la utilización de ejecuciones sin parada que se asemejan más al gesto deportivo durante el periodo de competición. Además, parece recomendable utilizar cargas moderadas en el entrenamiento de musculaturas del tren superior frente a cargas máximas del tren inferior.

En futuras investigaciones, este análisis debería realizarse en diferentes ejercicios, poblaciones, métodos de entrenamiento, y tiempos de recuperación para poder inferir de forma más consistente los resultados obtenidos.

## Referencias

- Arabatzis, F., Patikas, D., Zafeiridis, A., Giavroudis, K., Kannas, T., Gourgoulis, V., & Kotzamanidis, C. M. (2014). The Post-Activation Potentiation Effect on Squat Jump Performance: Age and Sex Effect. *Pediatric Exercise Science*, 26(2), 187-194. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0052>
- Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos Del Entrenamiento de la Fuerza: Aplicación Al Alto Rendimiento Deportivo*. INDE.
- Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(3), 493-497.
- Baudry, S., Klass, M., & Duchateau, J. (2008). Postactivation potentiation of short tetanic contractions is differently influenced by stimulation frequency in young and elderly adults. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 449-459. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0739-1>
- Cavagna, G. A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5, 89-129.
- Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., González-Suárez, J., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J., & González-Badillo, J. (2015). Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 36(11), 906-914. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1548890>
- González, J. M., Delgado, M., Vaquero, M., & Contreras, O. (2010). Changes in the Jumping Capacity in the «Bosco» Test After the Application of Strength Training (Based on the Contrast Method in Subjects Between 50 and 70 Years of Age With Different Physical Fitness Levels). *European Journal of Human Movement*, 9, 191-208.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Gouvea, A. L., Fernandes, I. A., Cesar, E. P., Barbosa Silva, W. A., & Chagas Gomes, P. S. (2013). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 459-467. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.738924>



- Hernández-Rodríguez, R., Manso, J. M. G., Pérez, I. V., & Fajardo, J. T. (2002). Efectos de dos métodos de entrenamiento de la fuerza sobre la musculatura extensora de la articulación de la rodilla. *Apunts: Medicina de l'esport*, 37(139), 15-21.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation - Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3.
- Iglesias-Soler, E., Paredes, X., Carballeira, E., Marquez, G., & Fernandez-Del-Olmo, M. (2011). Effect of intensity and duration of conditioning protocol on post-activation potentiation and changes in H-reflex. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 33-38. <https://doi.org/10.1080/17461391003770517>
- Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 675-684.
- López-Miñarro, P. Á. L. (2009). Análisis de ejercicios de musculación para el tronco. Trabajo lumbo-abdominal. Ejercicios desaconsejados y criterios de corrección. Recuperado a partir de <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/5245/1/fortalecimiento%20de%20la%20musculatura%20de%20tronco.pdf>
- McBride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The Acute Effects of Heavy-Load Squats and Loaded Countermovement Jumps on Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 893-7.
- Muyor, J. (2017). Validity and Reliability of a New Device (WIMU®) for Measuring Hamstring Muscle Extensibility. *International Journal of Sports Medicine*, 38(9), 691-695. <https://doi.org/10.1055/s-0043-108998>
- Muyor, J. M., Granero-Gil, P., & Pino-Ortega, J. (2017). Reliability and validity of a new accelerometer (Wimu®) system for measuring velocity during resistance exercises. *Journal of Sports Engineering and Technology*, 1-7. <https://doi.org/10.1177/1754337117731700>
- Naclerio, F., Faigenbaum, A., Larumbe, E., Friedman, P. E., & Ratamess, N. (2012). Effects Of Eight Post Activation Potentiation Protocols On Jump And Sprint Performance In College Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44, 88-88.
- Pallarés, J. G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J., & Mora-Rodríguez, R. (2013). Neuromuscular Responses to Incremental Caffeine Doses: Performance and Side Effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2184-2192. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829a6672>
- Pallarés, J. G., Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., De La Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1165-1175. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889844>
- Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Physical Education and Sport*, 5(2), 163-169.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>

- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
- Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726–730.
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Duncan, N., Loenneke, J. P., Jo, E., Zourdos, M. C., & Brown, L. (2012). Post Activation Potentiation: A Meta Analysis Examining The Effects Of Volume, Rest Period Length, And Conditioning Mode On Power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44, 86-87.
- Xenofondos A, Laparidis K, Kyranoudis A, Ch, G., Bassa E, & C, K. (2010). Post-Activation Potentiation: Factors affecting it and the Effect on Performance. *\\Citius Altius Fortius*, \\28(3), 32-38.
- Young, W. B., Jenner, A., & Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Strength and Cond. Res.*, 2(12), 82-84.

Referencia del artículo:



Gómez-Carmona, C., Bastida-Castillo, A., Pino-Ortega, J. (2017). Efecto agudo de la variación de cargas sobre la velocidad media propulsiva en press de banca y sentadilla. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte* 13(2), 85-94.  
<http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>